

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 34 14 065 A1

⑳ Aktenzeichen: P 34 14 065.4
㉑ Anmeldetag: 13. 4. 84
㉒ Offenlegungstag: 12. 12. 85

⑤ Int. Cl. 4:
H05K 3/32

H 01 R 4/00
H 01 L 23/48
H 01 L 21/58
H 01 L 21/52
B 22 F 7/08
H 01 R 43/00

DE 34 14 065 A1

㉓ Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

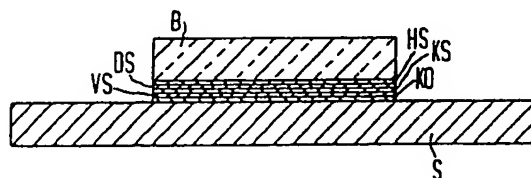
㉔ Erfinder:

Fellinger, Johannes; Baumgartner, Werner, 8000
München, DE

③

⑤4 Anordnung bestehend aus mindestens einem auf einem Substrat befestigten elektronischen Bauelement und Verfahren zur Herstellung einer derartigen Anordnung

Bei der Befestigung von elektronischen Bauelementen (B), insbesondere von Halbleiterchips, auf einem Substrat (S) wird eine rückseitige Kontaktierungsschicht (KS) des Bauelements (B) über eine Verbindungsschicht (VS) mit einer Kontaktfläche (KO) des Substrats (S) elektrisch und thermisch leitend verbunden. Zur Erzielung geringer elektrischer Übergangswiderstände und kleiner Wärmewiderstände bei erhöhten Zuverlässigkeitsanforderungen wird die Verbindungsschicht (VS) ausschließlich aus Metallpulver gebildet, welches durch Trockensintern verfestigt wird und dabei an die Kontaktierungsschicht (KS) und die Kontaktfläche (KO) ansintert. Vorzugsweise wird Silberpulver bei Sintertemperaturen zwischen 380 und 420° C zur Bildung der Verbindungsschicht (VS) zusammengefrittet. Das Metallpulver wird zur Bildung der Verbindungsschicht (VS) vorzugsweise in Form einer Paste aufgetragen, wobei das in der Paste enthaltende Lösungsmittel vor dem eigentlichen Sintervorgang vollständig ausgetrieben wird.



DE 34 14 065 A1

Patentansprüche

- 5 ①. Anordnung bestehend aus mindestens einem auf einem Substrat befestigten elektronischen Bauelement, bei welcher eine metallische Kontaktierungsschicht des Bauelements über eine unter Temperatureinwirkung aus Metallpulver gebildete Verbindungsschicht mit einer metallischen Kontaktoberfläche des Substrats elektrisch und thermisch leitend verbunden ist, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die
- 10 Verbindungsschicht (VS) ausschließlich aus durch Trockensintern verfestigtem Metallpulver besteht und sowohl an die Kontaktierungsschicht (KS) des Bauelements (B) als auch an die Kontaktoberfläche (KO) des Substrats (S) angesintert ist.
- 15 2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Verbindungsschicht (VS) aus dem Pulver eines Edelmetalles oder einer Edelmetall-Legierung gebildet ist.
- 20 3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Verbindungsschicht (VS) aus Silberpulver gebildet ist.
- 25 4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Verbindungsschicht (VS) aus einem Metallpulver mit plättchenförmigen Pulverpartikeln gebildet ist.
- 30 5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Verbindungsschicht (VS) eine Schichtdicke zwischen 10 und 100 μm aufweist.

6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktierungsschicht (KS) des Bauelements (B) aus Silber besteht.
- 5 7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktierungsschicht (KS) auf eine Diffusionssperrschicht (DS) aus Nickel aufgebracht ist.
- 10 8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Diffusionssperrschicht (DS) auf eine Haftschrift (HS) aus Titan aufgebracht ist.
- 15 9. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontakt-
oberfläche (KO) des Substrats (S) durch eine Silberschicht
gebildet ist.
- 20 10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch
gekennzeichnet, daß die Kontakt-
oberfläche (KO) des Substrats (S) durch eine Palladium/Nickel-Schicht
gebildet ist.
- 25 11. Verfahren zur Herstellung einer Anordnung nach Anspruch 1,
gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
- a) eine aus Metallpulver und einem Lösungsmittel bestehende
Paste (P) wird schichtförmig auf die Kontaktierungs-
schicht (KS) des Bauelements (B) und/oder die Kontakt-
oberfläche (KO) des Substrats (S) aufgetragen,
- 30 b) das Bauelement (B) wird auf das Substrat (S) aufgesetzt,
c) das Lösungsmittel wird vollständig ausgetrieben,
d) die gesamte Anordnung wird zur Bildung der Verbindungs-
schicht (VS) auf Sintertemperatur erwärmt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Paste (P) aus dem Pulver
eines Edelmetalles oder einer Edelmetall-Legierung und
einem Lösungsmittel gebildet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Paste (P) aus Silberpulver
und einem Lösungsmittel gebildet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß ein Silberpulver mit plättchen-
förmigen Pulverpartikeln verwendet wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß plättchenförmige Pulverpartikel
mit einer Korngröße $\leq 15 \mu\text{m}$ verwendet werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß als Lösungsmittel
Cyclohexanol verwendet wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Paste (P) im
Vakuum entgast wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Anordnung in
einem Durchlaufofen unter Formiergas auf Sintertemperatur
erwärmt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß das Temperaturprofil des Durchlauf-
ofens derart eingestellt wird, daß zunächst das Lösungsmittel
vollständig ausgetrieben wird und dann erst die Anordnung
auf Sintertemperatur erwärmt wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 19, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Anordnung unter
gleichzeitiger Anwendung von mechanischem Druck auf das
Bauelement (B) und das Substrat (S) auf Sintertemperatur
5 erwärmt wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß der mechanische Druck auf 80 bis
90 N/cm² eingestellt wird.
- 10 22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Anordnung unter Schutz-
oder Formiergas auf Sintertemperatur erwärmt wird.
- 15 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß das Lösungsmittel
durch langsames Erwärmen über den Siedepunkt in einem
Trockenschrank ausgetrieben wird.
- 20 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Anordnung auf
Sintertemperaturen zwischen 380 und 420° C erwärmt wird.

25

30

35

Siemens Aktiengesellschaft
Berlin und München

5.

3414065
Unser Zeichen
VPA 84 P 1 304 DE

- 5 Anordnung bestehend aus mindestens einem auf einem Substrat befestigten elektronischen Bauelement und Verfahren zur Herstellung einer derartigen Anordnung
-

10 Die Erfindung betrifft eine Anordnung bestehend aus mindestens einem auf einem Substrat befestigten elektronischen Bauelement, bei welcher eine metallische Kontaktierungsschicht des Bauelements über eine unter Temperatureinwirkung aus Metallpulver gebildete Verbindungsschicht mit einer metallischen Kontaktoberfläche des Substrats elektrisch und ther-

15 misch leitend verbunden ist, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Anordnung.

20 Aus der DE-AS 19 42 880 ist es bekannt, Halbleiterchips derart an zugehörige Gehäuseteile anzulöten, daß zwischen eine rückseitige Kontaktierungsschicht des Halbleiterchips und das zugeordnete Gehäuseteil eine Folie oder ein dünnes Plättchen aus Lot gelegt wird und durch nachfolgende Erwärmung der gesamten Anordnung das Lot zum Schmelzen gebracht wird. Dabei bildet sich als Verbindungsschicht

25 zwischen dem Halbleiterchip und dem zugehörigen Gehäuseteil eine homogene Lotschicht. Neben einer mechanischen Stabilität werden von derartigen Lötverbindungen insbesondere noch geringe elektrische Übergangswiderstände und ein möglichst kleiner Wärmewiderstand gefordert. Bei der Qualitäts-

30 prüfung derart gelöteter Halbleiterchips treten jedoch nach Lastwechselversuchen sowohl erhöhte elektrische Übergangswiderstände als auch erhöhte Wärmewiderstände der Lötverbindungen auf.

35 Aus "Markt & Technik", Nr. 43, 29. Oktober 1982, S. 33 u. 34,

.6.

ist es bekannt, zur Montage von elektronischen Bauelementen wie Halbleiterchips, Keramik Kondensatoren und Chipwiderständen auf verschiedenen Substraten die Klebetechnik einzusetzen. Die hierbei verwendeten elektrisch leitenden Kleber sind heterogene Pasten, die aus einem Klebstoff, wie z.B. Epoxidharz, und einer elektrisch leitenden Metallfüllung bestehen. Die geklebten elektronischen Bauelemente überschreiten jedoch bei Prüfverfahren, wie Tieftemperaturzyklen, Erwärmung im Drucktopf oder dergleichen, bisweilen die zulässigen Grenzwerte für den elektrischen Übergangswiderstand und den Wärmewiderstand.

Aus der DE-OS 32 27 815 ist eine Anordnung der eingangs genannten Art bekannt, bei welcher die Verbindungsschicht zwischen der Kontaktierungsschicht des Bauelements und der Kontaktoberfläche des Substrats aus einer bei Spitzentemperaturen im Bereich von 425 bis 525° C gebrannten, Silberpulver enthaltenden Glaspaste gebildet wird. Das Glas, welches einen Erweichungspunkt im Bereich von 325 bis 425° C hat und bei Temperaturen im Bereich von 420 bis 450° C schmilzt, übernimmt dabei im wesentlichen die Aufgabe eines Bindemittels, d.h. die Befestigung der Bauelemente kann als eine Art Glasverklebung angesehen werden. Die elektrische Leitfähigkeit von derart aus Glas und Silber gebildeten Verbindungsschichten steigt erwartungsgemäß mit dem Silbergehalt an. Bei einem als Obergrenze angegebenen Silbergehalt von 95 Gew.-% sollte der Silbergehalt im allgemeinen nicht über 90 Gew.-% liegen, da sonst die Haftfestigkeit abfällt. Durch den als Binde- oder Klebemittel erforderlichen Glasanteil wird dann aber andererseits die elektrische und thermische Leitfähigkeit der Verbindungsschichten vermindert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für die Befestigung

von elektronischen Bauelementen auf Substraten und insbesondere für die Befestigung von Halbleiterchips auf Systemträgern Verbindungsschichten anzugeben, die bei einer guten Haftfestigkeit einen geringen elektrischen Übergangswiderstand sowie einen kleinen Wärmewiderstand besitzen und erhöhten Zuverlässigkeitsanforderungen genügen.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Anordnung dadurch gelöst, daß die Verbindungsschicht ausschließlich aus durch Trockensintern verfestigtem Metallpulver besteht und sowohl an die Kontaktierungsschicht des Bauelements als auch an die Kontaktoberfläche des Substrats angesintert ist. Unter Trockensintern wird hierbei ein Sintervorgang verstanden, bei dem keine flüssige Phase auftritt. Beim Trockensintern liegen also die Herstellungstemperaturen so niedrig, daß kein Bestandteil schmelzflüssig wird und die Verfestigung des Metallpulvers durch eine reine Festkörperreaktion erfolgt. Dabei wird ausgehend von den Berührungstellen der Metallpulverkörner untereinander bzw. der Metallpulverkörner mit der Kontaktierungsschicht des Bauelements und der Kontaktoberfläche des Substrats durch Halsbildung die Oberfläche und damit die Oberflächenenergie verringert. Durch Platzwechselvorgänge an der Oberfläche werden dann die Lücken aufgefüllt und das Porenvolumen verringert, wobei die Verbindungsschicht schrumpft. Das Energieminimum wird schließlich dadurch angestrebt, daß gleichzeitig von den Berührungsstellen aus eine Rekristallisation einsetzt. Das resultierende Gefüge einer derart trockengesinterten und an die Kontaktierungsschicht und die Kontaktoberfläche angesinterten Verbindungsschicht kann durch Schliffbilder leicht sichtbar gemacht werden.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß das für die elektrische und thermische Leitfähigkeit einer Ver-

. 8 .

bindungsschicht erforderliche Metallpulver zur Verfestigung und zur Verbindung mit der Kontaktierungsschicht des Bauelements und der Kontaktoberfläche des Substrats unter vollständigem Verzicht auf Bindemittel, wie Glas oder Klebstoff, trockengesintert werden kann. Die Verbindungsschicht ist also als eine an die Kontaktierungsschicht und die Kontaktoberfläche angesinterte Sintermetallschicht ausgebildet, welche eine hohe mechanische Stabilität gewährleistet. Beim Sintern der Verbindungsschicht kommt es dabei zu kettenartigen Strukturen der zusammengefritteten Metallpulverkörner, wobei jeweils zwei benachbarte Metallpulverkörner einen elementaren elektrischen und thermischen Kontakt bilden. Die gesinterte Verbindungsschicht kann man sich dann als Parallelserienschaltung dieser elementaren Kontakte vorstellen. Da die Ketten dieser Parallelserienschaltung nicht durch elektrisch nicht leitende bzw. thermisch schlecht leitende Bindemittel, wie Glas oder Klebstoff, unterbrochen werden, zeichnen sich die gesinterten Verbindungsschichten durch einen äußerst geringen elektrischen Übergangswiderstand und einen sehr kleinen Wärmewiderstand aus. Weitere Vorteile der Sinterverbindungen bestehen darin, daß sie auch erhöhten Zuverlässigkeitsanforderungen genügen und bei niedriger Wärmebeanspruchung der elektronischen Bauelemente hergestellt werden können.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Verbindungsschicht aus dem Pulver eines Edelmetalles oder einer Edelmetall-Legierung gebildet. Derart hergestellte Verbindungsschichten weisen dann besonders niedrige elektrische Übergangswiderstände auf. Dabei hat es sich als besonders günstig herausgestellt, wenn die Verbindungsschicht aus Silberpulver gebildet ist. Außerdem kann die elektrische und thermische Leitfähigkeit noch dadurch weiter gesteigert werden, daß die Verbindungsschicht aus einem

Metallpulver mit plättchenförmigen Pulverpartikeln gebildet ist.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weist die Verbindungsschicht eine Schichtdicke zwischen 10 und 100 μm auf. Die relativ große Dicke der gesinterten Verbindungsschicht ist dabei für eine Optimierung der Temperaturwechsel-
festigkeit und der Lastwechselfestigkeit von Bedeutung.
- 10 Die Kontaktierungsschicht des Bauelements besteht vorzugsweise aus Silber, welches für das Ansintern der Verbindungsschicht besonders gut geeignet ist. Dabei ist es insbesondere bei der Befestigung von Halbleiterchips zweckmäßig, wenn die Kontaktierungsschicht auf eine Diffusionssperr-
15 schicht aus Nickel aufgebracht ist und wenn die Diffusions-sperrschicht auf eine Haftsicht aus Titan aufgebracht ist.

- 20 Für das Ansintern der Verbindungsschicht an die Kontakt-oberfläche des Substrats hat es sich als besonders günstig herausgestellt, wenn die Kontaktoberfläche des Substrats durch eine Silberschicht oder durch eine Palladium/Nickel-Schicht gebildet ist.

- 25 Ein bevorzugtes Verfahren zur Herstellung einer erfindungs-gemäßen Anordnung ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- 30 a) eine aus Metallpulver und einem Lösungsmittel bestehende Paste wird schichtförmig auf die Kontaktierungsschicht des Bauelements und/oder die Kontaktoberfläche des Substrats aufgetragen,
b) das Bauelement wird auf das Substrat aufgesetzt,
c) das Lösungsmittel wird vollständig ausgetrieben,

d) die gesamte Anordnung wird zur Bildung der Verbindungsschicht auf Sintertemperatur erwärmt.

5 Ein derartiges Verfahren ist bei der Massenproduktion von Bauteilen besonders günstig, da die aus dem Metallpulver und einem Lösungsmittel bestehende Paste durch in der Klebtechnik bereits bewährte Methoden wie Aufstempeln oder Siebdrucken aufgetragen werden kann. Besonders niedrige elektrische Übergangswiderstände werden dabei erzielt, wenn
10 die Paste aus dem Pulver eines Edelmetalls oder einer Edelmetall-Legierung und einem Lösungsmittel gebildet wird. Optimale Ergebnisse werden dabei dann erzielt, wenn die Paste aus Silberpulver und einem Lösungsmittel gebildet wird, wobei die Verwendung eines Silberpulvers mit plättchenförmigen Pulverpartikeln mit einer Korngröße $\leq 15 \mu\text{m}$
15 bevorzugt wird.

Für die Herstellung und Verarbeitung der Paste hat sich die Verwendung von Cyclohexanol als Lösungsmittel besonders gut
20 bewährt. Außerdem kann die Paste im Vakuum entgast werden, wodurch beim Vortrocknen bzw. Sintern eine Lunkerbildung sicher verhindert wird.

Insbesondere für die Massenproduktion von Bauteilen ist es
25 günstig, wenn die Anordnung in einem Durchlaufofen unter Formiergas auf Sintertemperatur erwärmt wird. Das Temperaturprofil des Durchlaufofens wird dann zweckmäßigerweise derart eingestellt, daß zunächst das Lösungsmittel vollständig ausgetrieben wird und dann erst die Anordnung auf
30 Sintertemperatur erwärmt wird.

Die Anordnung kann auch unter gleichzeitiger Anwendung von Druck auf das Bauelement und das Substrat auf Sintertemperatur erwärmt werden. Besonders günstige Drucksinterverbindun-

- gen können dabei dadurch erzielt werden, daß der Druck auf 80 bis 90 N/cm² eingestellt wird. Dieses Drucksintern kann auch in einem Durchlaufofen vorgenommen werden. Steht kein Durchlaufofen zur Verfügung, so wird die Anordnung unter
- 5 Schutz- oder Formiergas auf Sintertemperatur erwärmt. In diesem Fall ist es zweckmäßig, wenn das Lösungsmittel zuvor durch langsames Erwärmen über den Siedepunkt in einem Trockenschrank ausgetrieben wird.
- 10 Bei der Verwendung einer aus Silberpulver und einem Lösungsmittel gebildeten Paste beginnt der Sintervorgang bereits bei Temperaturen zwischen etwa 180 und 200° C. Im Hinblick auf kurze Herstellungszeiten und eine besonders gute Qualität der Sinterverbindung hat es sich jedoch als optimal
- 15 herausgestellt, wenn die Anordnung auf Sintertemperaturen zwischen 380 und 420° C erwärmt wird.

- Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Die
- 20 Figuren 1 bis 4 zeigen dabei in vereinfachter schematischer Darstellung verschiedene Verfahrensstadien bei der Befestigung und Kontaktierung eines elektronischen Bauelements auf einem Substrat. Zur Verdeutlichung des Schichtaufbaus der Anordnung wurden dabei die Schichtstärken der einzelnen
- 25 Zwischenschichten abweichend vom übrigen Maßstab stark übertrieben dargestellt.

- Figur 1 zeigt einen Schnitt durch ein Substrat S, das auf seiner Oberseite eine Kontaktoberfläche KO trägt. Bei dem
- 30 Substrat S handelt es sich um einen kammförmigen Systemträger für Halbleiterchips, welcher aus einer Kupfer/Silber-Legierung mit einem geringen Silberanteil von 0,1 % besteht. Die Kontaktoberfläche KO besteht aus einer 1 bis 2 µm dicken Palladium/Nickel-Schicht mit einem Nickelanteil von

- 25 %. Anstelle der durch selektive galvanische Metallabscheidung aufgetragenen Palladium/Nickel-Schicht wurde bei einer Variante eine 1 bis 2 μm dicke Silberschicht als Kontaktoberfläche KO ebenfalls durch selektive galvanische
- 5 Metallabscheidung aufgebracht.

- Auf die Kontaktoberfläche KO des in Figur 1 dargestellten Substrats S wird gemäß Figur 2 eine Paste P schichtförmig aufgebracht. Das Aufbringen der Paste P erfolgt dabei durch
- 10 Aufstempeln oder Siebdrucken. Als Ausgangsstoff für die Herstellung der Paste P wird Silberpulver mit plättchenförmigen Pulverpartikeln, einer Korngröße $\leq 15 \mu\text{m}$ und einer Schüttdichte von ca. 1,9 g/ml verwendet. Dieses Silberpulver wird dann in Cyclohexanol als Lösungsmittel im Ge-
- 15 wichtsverhältnis 4 : 1 mit einer Viskosität von ca. 2400 mPas suspendiert. Anschließend wird die derart hergestellte Paste P im Vakuum entgast, um später beim Vortrocknen bzw. Sintern eine Lunkerbildung zu verhindern.

- 20 Nach dem Auftragen der Paste P wird gemäß Figur 3 ein elektronisches Bauelement B auf das Substrat S derart aufgesetzt, daß die rückseitige Kontaktierungsschicht KS des Bauelements B unmittelbar auf der durch die Paste P gebildeten Schicht liegt. Bei dem elektronischen Bauelement B
- 25 handelt es sich in dem dargestellten Fall um einen Halbleiterchip, welcher im wesentlichen als eine Siliziumscheibe ausgebildet ist. Auf die Rückseite dieser Siliziumscheibe sind nacheinander eine 0,1 μm dicke Haftschrift HS aus Titan, eine 0,5 μm dicke Diffusionssperrschicht DS aus
- 30 Nickel und die bereits erwähnte Kontaktierungsschicht KS aufgebracht, wobei die Kontaktierungsschicht KS 0,1 μm dick ist und aus Silber besteht.

Die gemäß Figur 3 vorbereitete Anordnung wird dann in einen

35

13.

Durchlaufofen eingebracht, dessen Temperaturprofil so eingestellt ist, daß zunächst das in der Paste P enthaltene Lösungsmittel vollständig ausgetrieben wird. Bei dem als Lösungsmittel verwendeten Cyclohexanol wird die gesamte Anordnung hierzu über den bei ca. 160°C liegenden Siedepunkt erwärmt. Nach dem Austreiben des Lösungsmittels besteht die durch die Paste P gebildete Schicht nur noch aus Silberpulver, welches in dem Durchlaufofen durch Trockensintern zu der in Figur 4 dargestellten Verbindungsschicht VS verfestigt wird. Das Temperaturprofil des Durchlaufofens ist dabei so eingestellt, daß die gesamte Anordnung auf Sinter-temperaturen zwischen 380 und 420°C erwärmt wird, wobei der Sintervorgang zur Verhinderung von Oxydationen unter Formiergas vorgenommen wird. Die Verweilzeit der Anordnung in dem Durchlaufofen beträgt dabei etwa 45 Minuten, wobei etwa 10 Minuten auf das Austreiben des Lösungsmittels, etwa 10 bis 15 Minuten auf den Sintervorgang und etwa 20 bis 25 Minuten auf den Abkühlvorgang entfallen. Bei einer Variante des geschilderten Verfahrens wird bei der gemäß Figur 3 vorbereiteten Anordnung auf das Substrat S und das Bauelement B ein mechanischer Druck von etwa 80 bis 90 N/cm^2 ausgeübt und die gesamte Anordnung gleichzeitig unter Schutz- oder Formiergas etwa 1 Minute lang auf Sinter-temperaturen zwischen 380 und 420°C erwärmt. Bei dieser Verfahrensvariante wird das Lösungsmittel zuvor an Luft in einem Trockenschrank durch langsames Erwärmen über den Siedepunkt ausgetrieben. Durch die gleichzeitige Anwendung von Druck und Wärme beim Sintervorgang -die im übrigen auch in einem Durchlaufofen vorgenommen werden kann- werden die mechanischen Eigenschaften der Verbindung von Bauelement B und Substrat S weiter verbessert.

Bei der in Figur 4 dargestellten fertigen Anordnung ist die Verbindungsschicht VS als ca. $30\text{ }\mu\text{m}$ dicke Sinterschicht ausgebildet, deren zusammengefrittete Silberkörner im Be-

reich der Schichtgrenzen auch an die Kontaktierungsschicht KS des Bauelements B bzw. die Kontaktoberfläche KO des Substrats S angesintert sind. Durch diese innige Sinterverbindung ergibt sich eine hohe Haftfestigkeit. Messungen an
5 4 x 4 mm² Halbleiterchips ergaben einen Wärmewiderstand < 1,5 Kelvin pro Watt. Geklebte Halbleiterchips ergaben demgegenüber einen bis zu 30 % höheren Wert und größere Streubreiten. Die bei den Sinterverbindungen ermittelten elektrischen Übergangswiderstände zwischen der Rückseite
10 des Halbleiterchips und dem Gehäuse bzw. dem Substrat liegen bei ca. 10 µΩ. Zur Qualitätsprüfung durchgeführte Versuche wie Lastwechselversuche, Tieftemperaturzyklen und dergleichen ergaben keine nennenswerte Verschlechterung der mechanischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften,
15 wobei in keinem Falle die zulässigen Grenzwerte überschritten wurden.

Bei der anhand der Figuren 1 bis 4 beschriebenen Anordnung handelt es sich um die Befestigung eines Halbleiterchips
20 auf einem Systemträger bzw. Gehäuse. Andere elektronische Bauelemente wie Chipwiderstände, Chipkondensatoren und dgl. können auf die gleiche Weise auf der Kontaktoberfläche eines Substrats befestigt werden. Hierbei kann die Kontaktoberfläche auch unmittelbar durch die Oberfläche eines
25 homogenen metallischen Substrats gebildet werden. Außerdem kann es sich bei der Kontaktoberfläche auch um die Metallisierung eines Keramiksubstrats handeln. Hinsichtlich der verwendeten Materialien ist in erster Linie die Auswahl des Metallpulvers zur Bildung der Verbindungsschicht, das
30 Material der Kontaktierungsschicht eines Bauelements und das Material der Kontaktoberfläche eines Substrats für die Qualität der Sinterverbindung von Bedeutung. Grundsätzlich muß dabei das für die Verbindungsschicht verwendete Metallpulver mit den für die Kontaktierungsschicht bzw. die Kon-
35 taktoberfläche verwendeten Materialien versinterbar sein,

3414065

15 84 P 1 3 0 4 DE

wobei der Sintervorgang als Festkörperreaktion ohne das
Auftreten flüssiger Phasen vor sich gehen soll.

24 Patentansprüche

5 4 Figuren

10

15

20

25

30

35

16
- Leerseite

Nummer:
Int. Cl. 4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

34 14
H 05 K 3/32
13. April 1984
12. Dezember 1985

NACHGEREICHT

3414065

84 P 1 3 0 4 DE

FIG 1

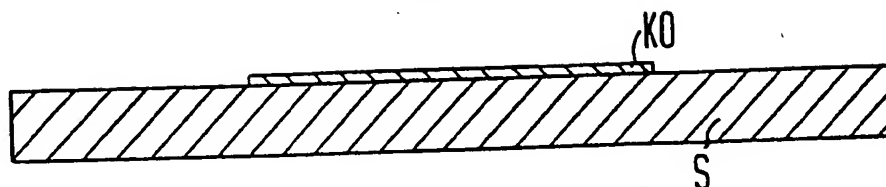


FIG 2

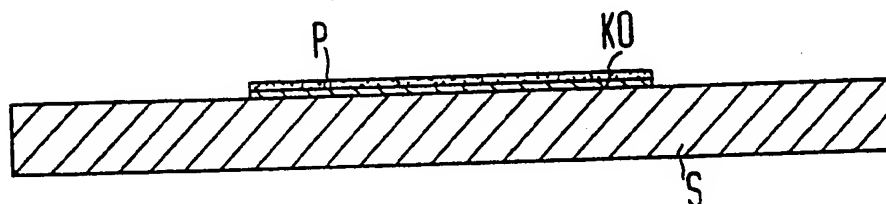


FIG 3

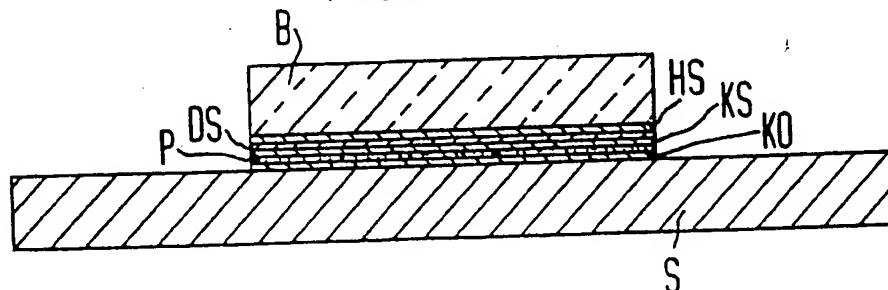
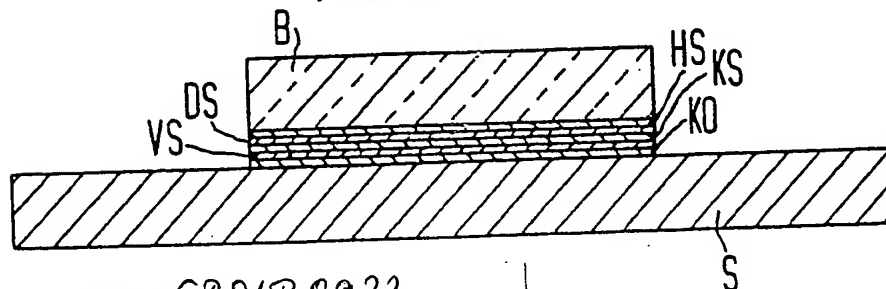


FIG 4



Docket # GR01P 0922
Applic. # 10/057,154
Applicant: Gross et al.

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101